

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 3 2 4 3 0

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 2 月 3 日

(51) Int. Cl. ⁶

B 2 9 C 45/50
45/77

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9156 - 4 F
7365 - 4 F

審査請求 未請求 請求項の数 9

F D

(全 1 1 頁)

(21) 出願番号 特願平 5 - 201989

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 7 月 23 日

(71) 出願人 390008235

ファナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3580 番地

(72) 発明者 伊藤 進

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3580 番地
ファナック株式会社内

(72) 発明者 山中 克行

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3580 番地
ファナック株式会社内

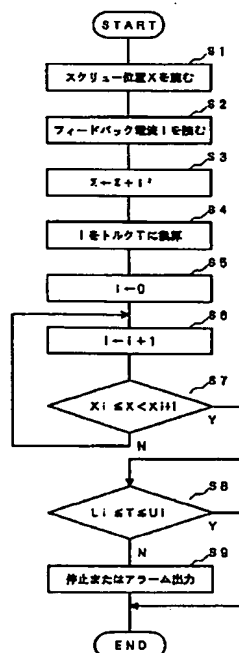
(74) 代理人 弁理士 竹本 松司 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 射出成形機における可塑化の管理方法

(57) 【要約】

【目的】 射出成形機における成形材料の可塑化異常を検出すること。

【構成】 正常な計量動作に必要とされる基準スクリュ一回転力 C または F を事前の計算または試験的な計量動作の実行により求める。計量が正常に行われていると見做すべきスクリュ一回転力の上限許容範囲 D と下限許容範囲 E を基準スクリュ一回転力 C または F を基準にスクリュ位置に対応して決め、不揮発性メモリ 24 の許容値記憶ファイルに設定記憶する。計量動作実行中にスクリュ 2 に作用する回転力 T を逐次検出し、回転力 T がスクリュ 2 の現在位置に対応する上限許容範囲の値 U_i と下限許容範囲の値 L_i の間になければ可塑化異常が発生したものと見做して異常発生アラームを出力し、射出シリンダの加熱不足や成形材料への異物の混入および樹脂の供給不足等を適確に検知する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 計量動作における基準となるスクリー回転力を求め、該基準スクリー回転力に対して許容範囲を設定記憶しておき、計量実行中に逐次スクリー回転力を検出して前記許容範囲内にあるか否かを判定し、許容範囲を外れた場合に異常検出信号を出力するようにした射出成形機における可塑化の管理方法。

【請求項 2】 前記基準スクリー回転力をスクリー位置毎に設定記憶しておき、計量実行中に逐次スクリー回転力を検出してスクリー現在位置に対応する前記許容範囲内にあるか否かを判定し、許容範囲を外れた場合に異常検出信号を出力するようにした請求項 1 記載の射出成形機における可塑化の管理方法。

【請求項 3】 計量に使用するスクリーや樹脂および計量条件に基づいて前記基準スクリー回転力を求めることを特徴とした請求項 1 または請求項 2 記載の射出成形機における可塑化の管理方法。

【請求項 4】 スクリュー強度に対応して使用可能なスクリー回転力を予め求めておき、前記設定された許容範囲の上限が使用可能なスクリー回転力を越えた場合には、前記許容範囲の上限が前記使用可能なスクリー回転力の値以下となるように再設定するようにした請求項 3 記載の射出成形機における可塑化の管理方法。

【請求項 5】 スクリュー強度に対応して求めた使用可能なスクリー回転力以下にスクリー回転力を制限して計量動作を行い、正常な計量動作が得られたスクリー回転力を前記基準スクリー回転力として適用する請求項 1 または請求項 2 記載の射出成形機における可塑化の管理方法。

【請求項 6】 スクリューを回転させるモータの駆動電流を検出し、1 成形サイクルにおける消費電力量または平均消費電力を求めて可視表示するようにした射出成形機における可塑化の管理方法。

【請求項 7】 スクリューを回転させるモータの駆動電流を検出して 1 成形サイクルにおける平均駆動電流値を求め、該平均駆動電流値が前記モータの連続定格電流値を越えるとオーバーヒート予測信号を出力するようにした請求項 6 記載の射出成形機における可塑化の管理方法。

【請求項 8】 前記オーバーヒート予測信号が出力されると成形に影響の少ない待機時間を成形サイクル時間に付加して成形動作を行わせるようにした請求項 7 記載の射出成形機における可塑化の管理方法。

【請求項 9】 スクリューを回転させるモータの駆動電流を検出し、成形品の突き出し完了時に基準成形サイクル時間に対する平均駆動電流値を求め、該平均駆動電流値が前記モータの連続定格電流値を越えていると、平均駆動電流値が前記モータの連続定格電流値を越えないように前記基準成形サイクル時間に待機時間を加算して次の成形サイクルを開始するようにした射出成形機にお

る可塑化の管理方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、射出成形機における可塑化の管理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 スクリューを回転させるモータを駆動制御することにより予め設定されたスクリー回転速度で計量動作を行わせるようにした射出成形機が既に公知である。従来の射出成形機ではスクリーを回転させるモータの速度制御のみが優先され、モータの駆動トルクは、スクリーに作用する樹脂の粘性抵抗や各種の外乱等を補償して設定速度でスクリーを回転させるべく自動的に調整されるようになっている。

【0003】 射出シリンダの加熱が不十分な場合、または、樹脂に異物が混入したような場合では、スクリーを設定速度で回転させるためのモータの駆動トルクが必然的に増大するが、従来の射出成形機ではモータの駆動トルクの変動は全く顧みられず、少なくとも設定速度によるスクリー回転が実現されている限り、射出シリンダの加熱不足や異物の混入等をモータの制御系から異常として検出することはできない。また、射出シリンダに対する樹脂の供給が不十分になるとスクリーの回転が容易となってモータの駆動トルクが必然的に減少するが、スクリーが設定速度で容易に回転するためにスクリーの回転速度には異常が生じず、やはり、モータの制御系から樹脂の供給不足等を検出することはできない。

【0004】 一方、スクリー回転数や背圧等の計量条件および使用する樹脂の種類等によっては、目標となる回転速度を達成するためにスクリーが実用強度を越えて過大な力で回転されることがあり、特に、モータの最大出力トルクがスクリーの実用強度を上回っているような場合には、スクリーに破断が生じる恐れがある。径の異なるスクリーを交互に用いるような場合もこれと同様であり、例えば、径の太いスクリーから径の細いスクリーに交換して計量動作を行わせるとスクリーに破断が生じる恐れがある。このような場合、制御系にトルクリミットを再設定するなどしてモータの最大出力トルクを制限しなければならないが、その設定操作は面倒である。逆に、モータの最大出力トルクでスクリーを駆動しても設定回転速度が得られないような場合には、計量不良が発生したり、計量動作自体が完全に不能になったりすることもあり、場合によってはモータがオーバーヒートする恐れもある。

【0005】 また、射出成形機を使用するユーザーの立場からすると、同じ水準の成形品が得られる限り、少しでもランニングコストを安くして射出成形作業を行いたいという願望があり、計量条件の最適化も望まれるが、計量に使用される電力や電力量のみを他と区別して検出

することが困難であるため、計量条件の相違によって生じるランニングコストの変動を知ることはできなかった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】そこで、本発明の目的は、計量時における樹脂の可塑化状態をスクリューの回転異常を通じて確実に検知し、スクリューの破断やモータのオーバーヒートを未然に防止すると共に、計量に必要なとされる電力等を考慮して、より適確な計量動作を行わせることのできる射出成形機における可塑化の管理方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による可塑化の管理方法は、計量動作における基準となるスクリュー回転力を求め、該基準スクリュー回転力に対して許容範囲を設定記憶しておき、計量実行中に逐次スクリュー回転力を検出して前記許容範囲内にあるか否かを判定し、許容範囲を外れた場合に異常検出信号を出力することにより前記目的を達成した。

【0008】また、計量のためのスクリュー回転数をスクリュー位置に応じて変えながら計量動作を行わせる場合には、基準スクリュー回転力をスクリュー位置毎に設定記憶しておき、スクリュー回転力がスクリュー現在位置に対応する許容範囲内にあるか否かにより判定を行うようにする。

【0009】基準となるスクリュー回転力は、計量に使用するスクリューや樹脂および計量条件に基いて計算を行うことによって求めるか、または、試験的に計量動作を行わせてスクリュー回転力を実測することにより求める。

【0010】試験的に計量動作を行わせる場合は、予めスクリュー強度に対応して使用可能なスクリュー回転力を求めておき、この回転力以下にスクリュー回転力を制限して計量動作を行わせることによりスクリューの破損を防止する。

【0011】また、計量に使用するスクリューや樹脂および計量条件に基いて計算を行うことによって基準となるスクリュー回転力を求めた場合は、スクリュー回転力の許容範囲の上限が使用可能なスクリュー回転力の値以下となるように許容範囲を再設定することにより、計量動作時にスクリューが破損するのを防止する。

【0012】更に、スクリューを回転させるモータの駆動電流を検出して1成形サイクルにおける消費電力量または平均消費電力を求めて可視表示することにより計量に必要なとされる電力等を知らせる一方、1成形サイクルにおける平均駆動電流値がモータの連続定格電流値を越えた場合には、オーバーヒート予測信号を出力してオーバーヒートの発生を未然に防止するようにした。

【0013】また、このオーバーヒート予測信号を受けて成形に影響の少ない待機時間を成形サイクル時間に付

加して成形動作を行わせるよことにより、実質的な平均駆動電流値をモータの連続定格電流値よりも引き下げ、モータのオーバーヒートを防止してそのまま計量動作を継続できるようにした。

【0014】

【作用】計量に使用するスクリューや樹脂および計量条件に基いて計算を行うか、または、試験的に計量動作を行わせてスクリュー回転力を実測することにより、計量動作に必要なとされる基準スクリュー回転力を求め、基準スクリュー回転力に対して許容範囲を設定することにより、計量が正常に行われていると見做すべきスクリュー回転力の範囲を定めておく。この際、計量のためのスクリュー回転数をスクリュー位置に応じて変えながら計量動作を行わせる条件がある場合には、基準スクリュー回転力をスクリュー位置毎に設定記憶しておく。

【0015】また、基準スクリュー回転力を求めるに当たり、試験的に計量動作を行わせてスクリュー回転力を実測する場合には、予めスクリュー強度に対応して使用可能なスクリュー回転力を求めておき、この回転力以下にスクリュー回転力を制限して計量動作を行わせることによりスクリューの破損を防止し、また、計量に使用するスクリューや樹脂および計量条件に基いて計算を行うことによって基準となるスクリュー回転力を求めた場合には、スクリュー回転力の許容範囲の上限が使用可能なスクリュー回転力の値以下となるように許容範囲を再設定して、計量動作時にスクリューが破損するのを防止する。

【0016】以下、計量動作の実行時に逐次スクリュー回転力を検出し、検出したスクリュー回転力がスクリュー現在位置に対応する許容範囲内にあるか否かを判定する。そして、検出したスクリュー回転力がスクリュー現在位置に対応する許容範囲を外れた場合には、計量動作に異常が生じたものとして異常検出信号を出力する。

【0017】また、計量動作の実行時にスクリューを回転させるモータの駆動電流を検出して1成形サイクルにおける消費電力量または平均消費電力を求めて可視表示すると共に、1成形サイクルにおける平均駆動電流値がモータの連続定格電流値を越えた場合には、オーバーヒート予測信号を出力してオーバーヒートが発生する可能性のあることを知らせる。更に、オーバーヒート予測信号を受けた場合には、成形に影響の少ない待機時間を成形サイクル時間に付加することによって実質的な平均駆動電流値をモータの連続定格電流値よりも引き下げ、モータのオーバーヒートを防止してそのまま計量動作を継続させるようにする。

【0018】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図1は本発明による可塑化の管理方法を適用した一実施例の射出成形機の要部を示すブロック図で、符号1は射出成形機の射出シリンダ、符号2はスクリューで

ある。スクリュー 2 は、駆動源の軸回転を射出軸方向の直線運動に変換するための駆動変換機 5 を介して射出用サーボモータ M 1 により射出軸方向に駆動され、また、歯車機構 3 を介してスクリュー回転用サーボモータ M 2 により計量回転されるようになっている。スクリュー 2 の基部には圧力検出器 4 が設けられ、スクリュー 2 の軸方向に作用する樹脂圧力、即ち、射出保圧工程における射出保圧圧力や計量混練り工程におけるスクリュー背圧が検出される。射出用サーボモータ M 1 にはスクリュー 2 の位置や移動速度を検出するためのパルスコード P 1 が10 配備され、また、スクリュー回転用サーボモータ M 2 には、スクリュー 2 の回転速度を検出するための速度検出器 P 2 が配備されている。

【0019】射出成形機の制御装置 10 は、数値制御用のマイクロプロセッサである CNC 用 CPU 25、プログラマブルマシンコントローラ用のマイクロプロセッサである PMC 用 CPU 18、サーボ制御用のマイクロプロセッサであるサーボ CPU 20、および、A/D 変換器 16 を介して射出保圧圧力やスクリュー背圧のサンプリング処理を行うための圧力モニタ用 CPU 17 を有し、バス 22 を介して相互の入出力を選択することにより各マイクロプロセッサ間での情報伝達が行えるようになっている。

【0020】PMC 用 CPU 18 には、射出成形機のシーケンス動作を制御するシーケンスプログラムや計量による可塑化異常の有無を判定するための制御プログラム等を記憶した ROM 13 および演算データの一時記憶等に用いられる RAM 14 が接続されている。一方、CNC 用 CPU 25 には射出成形機を全体的に制御するプログラム等を記憶した ROM 27 および演算データの一時20 記憶等に用いられる RAM 28 が接続されている。

【0021】また、サーボ CPU 20 および圧力モニタ用 CPU 17 の各々には、サーボ制御専用の制御プログラムを格納した ROM 21 やデータの一時記憶に用いられる RAM 19、および、圧力データ等を得るためのサンプリング処理に関する制御プログラムを格納した ROM 11 やデータの一時記憶に用いられる RAM 12 が接続されている。更に、サーボ CPU 20 には、該 CPU 20 からの指令に基いて型締め用、エジェクタ用（図示せず）および射出用、スクリュー回転用等の各軸のサーボモータを駆動するサーボアンプ 15 が接続され、射出用サーボモータ M 1 に配備したパルスコード P 1 およびスクリュー回転用サーボモータ M 2 に配備したパルスコード P 2 からの出力の各々がサーボ CPU 20 に帰還され、パルスコード P 1 からのフィードバックパルスに基いてサーボ CPU 20 により算出されたスクリュー 2 の現在位置や、速度検出器 P 2 で検出されるスクリュー 2 の回転速度、および、スクリュー回転用サーボモータ M 2 からフィードバックされる駆動電流（図示せず）の値が、メモリ 19 の現在位置記憶レジスタ、現在速度記憶

レジスタおよび駆動電流記憶レジスタの各々に記憶される。

【0022】インターフェイス 23 は射出成形機の各部に配備したリミットスイッチや操作盤からの信号を受信したり射出成形機の周辺機器等に各種の指令を伝達したりするための入出力インターフェイスである。ディスプレイ付手動データ入力装置 29 は CRT 表示回路 26 を介してバス 22 に接続され、モニタ表示画面や機能メニューの選択および各種データの入力操作等が行えるようになっている。数値データ入力用のテンキーおよび各種のファンクションキー等が設けられている。

【0023】不揮発性メモリ 24 は射出成形作業に関する成形条件（射出保圧条件、計量条件等）と各種設定値、パラメータ、マクロ変数および計量異常検出のための基準スクリュー回転力等を記憶する成形データ保存用のメモリである。

【0024】以上の構成により、CNC 用 CPU 25 が ROM 27 の制御プログラムに基いて各軸のサーボモータに対してパルス分配を行い、サーボ CPU 20 は各軸20 に対してパルス分配された移動指令とパルスコード P 1、速度検出器 P 2 等の検出器で検出された位置のフィードバック信号および速度のフィードバック信号に基いて、従来と同様に位置ループ制御、速度ループ制御さらには電流ループ制御等のサーボ制御を行い、いわゆるデジタルサーボ処理を実行する。

【0025】本実施例においては、圧力モニタ用 CPU 17 が射出保圧工程および計量混練り工程毎にサンプリング処理を繰り返し実行し、所定のサンプリング周期毎に、圧力検出器 4 および A/D 変換器 16 を介し、スクリュー 2 に作用する射出保圧圧力またはスクリュー背圧を検出してスクリュー 2 の現在位置に対応させて記憶すると共に、更に、計量工程においては、スクリュー回転力に対応するスクリュー回転用サーボモータ M 2 の駆動電流をもサンプリング周期に対応させて、計量工程毎 RAM 12 に更新記憶するようになっている。

【0026】図 4 は計量動作を管理するための基準スクリュー回転力および計量異常検出のための許容範囲の設定方法について概念的に説明する図である。

【0027】図 4 における線図 C は、計量に使用するスクリュー 2 の形状や寸法および樹脂の種類や設定スクリュー回転数ならびに射出シリング 1 の設定加熱温度等の計量条件に基いて算出された基準スクリュー回転力の値をスクリュー位置に対応させて示すもので、縦軸がスクリュー回転力、また、横軸がスクリュー位置に対応する。40

【0028】図 4 では、計量開始位置 X 1 から計量完了位置 Q 2 の間にスクリュー回転数切替位置 Q 1 を設定し、該切替位置 Q 1 でスクリュー回転数を低速から高速に切り替えることにより全工程を 2 段に分けて計量動作を行う場合について示している。計量開始位置 X 1 から

スクリー回転数切替位置Q 1までの区間では設定スクリー回転数の値が一定であるので、この区間で必要とされる基準スクリー回転力の値も基本的に一定であり、その値は所定の演算式によって求めることができる。スクリー回転数切替位置Q 1から計量完了位置Q 2までの区間でも設定スクリー回転数の値は一定であるから、必要とされる基準スクリー回転力の値も、前記と同様、所定の演算式によって求めることができる。但し、計量開始位置X 1およびスクリー回転数切替位置Q 1の近傍では停止または低速回転状態にあるスクリー2を加速して設定スクリー回転数まで加速する必要がある、また、計量完了位置Q 2の近傍では回転状態にあるスクリー2を減速して回転を停止させる必要がある、必要とされる基準スクリー回転力の値は各区間の設定スクリー回転数を実現するための値とは相違する。即ち、計量開始位置X 1およびスクリー回転数切替位置Q 1の近傍では第1段目の設定スクリー回転数および第2段目の設定スクリー回転数を実現するためのスクリー回転力よりも大きな基準スクリー回転力が必要とされ、また、計量完了位置Q 2の近傍では回転状態にあるスクリー2を減速停止させるために逆方向の基準スクリー回転力が必要とされる。これらの基準スクリー回転力や加減速時間も、スクリー2の形状や寸法および樹脂の種類や設定スクリー回転数ならびに射出シリンダ1の設定加熱温度、更には、スクリー回転用サーボモータM 2の加減速特性等に基づき所定の演算式によって求めることができる。

【0029】また、図4における線図Aは、スクリー2の材質や形状および寸法等に基づいて材料力学的に算出したスクリー破断トルクの値を示すものであり、使用可能なスクリー回転力の値Bは、安全を見込み、線図Aに対して僅かに低トルク側に決める。

【0030】基準スクリー回転力の値Cを演算式によって求めた場合、オペレータは、基準スクリー回転力の値Cの上下に適当なマージンを決めて上限許容範囲Dおよび下限許容範囲Eを設定するが、上限許容範囲Dが使用可能なスクリー回転力の値Bを越えた部分に関しては、改めて上限許容範囲Dの値を決め直し、上限許容範囲Dが必ず使用可能なスクリー回転力の値B以下となるようにして、上限許容範囲Dおよび下限許容範囲Eとスクリー位置との対応関係をディスプレイ付手動データ入力装置29のテンキー等を介して制御装置10の不揮発性メモリ24に設けられた許容値記憶ファイルに記憶させる。

【0031】図5は許容値記憶ファイルの記憶状態を図4の設定例に対応させて示す概念図であり、例えば、スクリー位置X 1～X 2までの区間に対応する下限許容範囲Eの値0と同区間X 1～X 2に対応する上限許容範囲Dの値fが許容値記憶ファイルの第1アドレスに記憶され、また、スクリー位置X 2～X 3までの区間に対

応する下限許容範囲Eの値dと同区間X 2～X 3に対応する上限許容範囲Dの値fが許容値記憶ファイルの第2アドレスに記憶される。

【0032】また、計量動作に必要とされる基準スクリー回転力の値Cを演算式によって求めることが困難な場合には、スクリー回転用サーボモータM 2に対するトルクリミットを射出成形機の制御装置10に設定することによりスクリー2の回転力の上限を使用可能なスクリー回転力の値Bに規制して所定の計量条件、即ち、設定スクリー回転数や設定加熱温度等に基づいて実際の計量動作を実施させ、この計量でサンプリングされたスクリー回転用サーボモータM 2の駆動電流（計量に必要とされる基準スクリー回転力）とスクリー位置との対応関係をディスプレイ付手動データ入力装置29のディスプレイ画面に線図Fとして表示させることにより（図4参照）、基準スクリー回転力の値Fとスクリー位置との対応関係を把握し、前記と同様にして上限許容範囲Dおよび下限許容範囲Eを決めて許容値記憶ファイルに記憶させる（図5参照）。

【0033】また、1成形サイクルの計量動作中にスクリー回転用サーボモータM 2によって消費される電力量Wは、サーボモータM 2の巻線抵抗をR、スクリー回転用サーボモータM 2からフィードバックされる平均駆動電流の値をI、通電時間をTとした場合に $I^2 \cdot R \cdot T$ で示される。実際には、スクリー回転用サーボモータM 2からフィードバックされる駆動電流の値は計量時のサンプリング周期毎に検出されるから、サンプリング周期を τ 、当該サンプリング周期で検出された瞬間駆動電流の値を I_i とし、1成形サイクルの計量動作中にn回のサンプリング処理が実施されたとすれば、当該1成形サイクルの計量動作中にスクリー回転用サーボモータM 2によって消費される電力量Wの値は数1の式によって示される。

【0034】

【数1】

$$\begin{aligned} W &= I^2 \cdot R \cdot T \\ &= \sum_{i=1}^n (I_i^2 \cdot R \cdot \tau) \\ &= R \cdot \tau \cdot \sum_{i=1}^n I_i^2 \end{aligned}$$

そして、1成形サイクルを通じてスクリー回転用サーボモータM 2によって消費される平均消費電力Qは、1成形サイクルの計量動作中にスクリー回転用サーボモータM 2によって消費される電力量Wを当該1成形サイクルのサイクルタイム T_c で除した値、即ち、数2の式によって表されることになる。

【0035】

【数2】

$$Q = W / T_c$$

9

よって、計量動作完了後直ちに次の成形サイクルを開始する場合、つまり、1成形サイクルのサイクルタイムTを型閉じ開始から計量完了までの経過時間Tcとして定義した場合では、数1の式に基き、スクリー回転用サーボモータM2の平均駆動電流Iの値が数3の式によって示されることになる。

【0036】

【数3】

$$(\tau \cdot \sum_{i=1}^n |i|^2 / Tc)^{1/2}$$

ここで、スクリー回転用サーボモータM2の連続定格電流値をArat とすれば、スクリー回転用サーボモータM2がオーバーヒートしないためには、スクリー回転用サーボモータM2の平均駆動電流Iの値がArat 以下とならなければならない、数4の式が満たされる必要がある。

【0037】

【数4】

$$(\tau \cdot \sum_{i=1}^n |i|^2 / Tc)^{1/2} \leq Arat$$

よって、計量動作完了後直ちに次の成形サイクルを開始する場合、つまり、1成形サイクルのサイクルタイムTを型閉じ開始から計量完了までの経過時間Tcとして定義した場合では、数4の式が満たされなくなった時点でオーバーヒート予想信号を出力し、成形サイクルを停止させる等の処理が必要となる。

【0038】しかし、それは1成形サイクルのサイクルタイムTを型閉じ開始から計量完了までの経過時間Tcとして定義した場合のことであり、ここでもし、1成形サイクルのサイクルタイムTを経過時間Tc よりも大きな値とすることにより平均駆動電流Iの値を実質的にArat 以下に引き下げることができれば、このまま成形サイクルを繰り返したとしてもオーバーヒートを防止することができる。1成形サイクルのサイクルタイムTを延長するといった操作は、例えば、1成形サイクルの最終処理である計量動作が完了した後、更に、必要とされる動作休止時間だけ次の成形サイクルの開始を待機することにより実現可能である。

【0039】そこで、型閉じ開始から計量完了までの経過時間Tc に前述の動作休止時間を加えたサイクルタイムを当該1成形サイクルの所要サイクルタイムTadd とし、数5の式をTadd について解くと、数6の式が得られる。

【0040】

【数5】

$$(\tau \cdot \sum_{i=1}^n |i|^2 / Tadd)^{1/2} \leq Arat$$

【0041】

【数6】

10

$$Tadd = \tau \cdot \sum_{i=1}^n |i|^2 / Arat^2$$

つまり、数6の式が満たされるように所要サイクルタイムTadd の値を設定すれば、平均駆動電流Iの実質的な値はArat 以下となり、計量動作が完了した後、更に、動作休止時間〔Tadd - Tc〕だけ待機して次の成形サイクルを開始することにより、数4の式に基く判別結果とは関わりなく、スクリー回転用サーボモータM2のオーバーヒートを未然に防止できるわけである。

10 【0042】以下、図2および図3に示すフローチャートを参照して本実施例における可塑化の管理方法について説明する。なお、図2はPMC用CPU18によるシーケンス処理の流れを全体的に示すフローチャート、また、図3は計量工程における従来と同様の処理制御と並行してPMC用CPU18により所定周期τ毎に繰り返し実行される計量異常検出処理の要部を示すフローチャートである。

【0043】まず、射出成形機本体に配備された操作盤からの成形作業開始指令を受けたPMC用CPU18は、電流自乗値積算記憶レジスタΣの値を0に初期化し（ステップG1）、サイクルタイム計測タイマTcをリスタートさせて型閉じ動作開始後の経過時間の計測を開始し（ステップG2）、CNC用CPU25との協調動作により、従来と同様に、型閉じ、射出、保圧の各工程を射出成形機に実行させる（ステップG3～ステップG5）。次いで、PMC用CPU18は、CNC用CPU25に計量工程の駆動制御を開始させると共に、CNC用CPU25からの計量完了信号が入力されるまでの間、図3に示す計量異常検出処理を所定周期τ毎に繰り返し実行する（ステップG6）。CNC用CPU25による計量工程の駆動制御は、不揮発性メモリ24に設定記憶された計量条件、即ち、スクリー回転数切替位置や各スクリー回転数切替位置毎の設定スクリー回転数および設定背圧等に基づいて従来と同様に実行されるものであり、ここでは特に説明しない。

【0044】そこで、所定周期τ毎の計量異常検出処理を開始したPMC用CPU18は、まず、メモリ19の現在位置記憶レジスタおよび駆動電流記憶レジスタからスクリー2の現在位置Xとスクリー回転用サーボモータM2の駆動電流現在値Iとを読み込み（ステップS1、ステップS2）、駆動電流現在値Iを自乗した値を電流自乗値積算記憶レジスタΣに加算記憶すると共に（ステップS3）、駆動電流現在値Iに所定の計数に乗じることによりスクリー2に現時点で作用している回転トルクの値Tを求め（ステップS4）、アドレス検索指標iの値を0に初期化する（ステップS5）。

【0045】次いで、PMC用CPU18はアドレス検索指標iの値を順次インクリメントし、許容値記憶ファイルの第iおよび第i+1アドレスにアクセスして、スクリー現在位置Xに対応するスクリー回転力の上限

50

許容範囲と下限許容範囲とを記憶したアドレス i を検出し (ステップ S 6、ステップ S 7)、スクリー 2 に現時点で作用している回転トルク T が下限許容範囲 L_i と上限許容範囲 U_i との間に含まれているか否かを判別する (ステップ S 8)。

【0046】そして、回転トルク T が下限許容範囲 L_i と上限許容範囲 U_i との間に含まれていれば計量および可塑化異常なしと見做して当該処理周期の計量異常検出処理を終了する一方、回転トルク T が下限許容範囲 L_i や上限許容範囲 U_i から外れていれば計量または可塑化異常が発生したものと、ディスプレイ付手動データ入力装置 29 のディスプレイ画面にアラームメッセージを表示し、もしくは、射出成形機の駆動を停止させる (ステップ S 9)。

【0047】射出シリンダ 1 の加熱不足や異物の混入等は回転トルク T が上限許容範囲 U_i を上回ることによって検出され、また、樹脂の供給不足等は回転トルク T が下限許容範囲 L_i を下回ることによって検出される。また、上限許容範囲 U_i は材料力学的に算出したスクリー破断トルク以下の値に設定されているので、例えどの様な場合であっても、スクリー 2 に作用する過大な回転力の発生が看過されることはない。

【0048】以下、計量工程が完了するまでの間、PMC 用 CPU 18 は所定周期 τ 毎に前述の量異常検出処理を繰り返し実行し、スクリー現在位置 X に応じた上限許容範囲 U_i および下限許容範囲 L_i に基づいて計量または可塑化異常の有無を判定すると共に、所定周期 τ 毎に検出される瞬間駆動電流現在値 I (数 1、数 3 ~ 数 6 の各式における I_i に対応) を自乗した値を電流自乗値積算記憶レジスタ Σ に加算記憶することにより、消費電力量 W 、平均消費電力 Q 、平均駆動電流 I 等を求めるために必要とされる値を更新してゆく。

【0049】そして、スクリー 2 が計量完了位置 Q_2 まで後退して CNC 用 CPU 25 から計量完了信号が入力されると、PMC 用 CPU 18 は、計量工程の駆動制御、および、量異常検出処理の繰り返しを終了して、従来と同様に、型開き、製品突き出しの各工程を射出成形機に実行させる (ステップ G 7、ステップ G 8)。

【0050】次いで、PMC 用 CPU 18 は、サイクルタイム計測タイマの現在値、即ち、当該成形サイクルにおける型閉じ動作開始後の経過時間 T_c の値を読み込み (ステップ G 9)、不揮発性メモリ 24 に記憶されているスクリー回転用サーボモータ M 2 の巻線抵抗 R の値と処理周期 τ の値および電流自乗値積算記憶レジスタ Σ の現在値とに基づいて数 1 の式に対応する演算処理を行うことにより、当該 1 成形サイクルの計量動作中にスクリー回転用サーボモータ M 2 によって消費された電力量 W の値を求め、かつ、電力量 W の値と経過時間 T_c の値とに基づいて数 2 の式に対応する演算処理を行って経過時間 T_c に対する平均消費電力 Q を求めて、電力量 W およ

び平均消費電力 Q の値をディスプレイ付手動データ入力装置 29 のディスプレイ画面に表示し、オペレータに知らせる (ステップ G 10)。

【0051】次いで、PMC 用 CPU 18 は、 τ 、 Σ 、 T_c の各値に基づいて数 3 の式に対応する演算処理を行うことにより経過時間 T_c に対する平均駆動電流の値を求めて不揮発性メモリ 24 に記憶されているスクリー回転用サーボモータ M 2 の連続定格電流値 A_{rat} と比較することにより、このまま次の成形サイクルを開始した場合にスクリー回転用サーボモータ M 2 にオーバーヒートが生じる恐れがあるか否かを判定する (ステップ G 11)。経過時間 T_c に対する平均駆動電流の値がスクリー回転用サーボモータ M 2 の連続定格電流値 A_{rat} よりも小さくスクリー回転用サーボモータ M 2 にオーバーヒートが生じる恐れがなければ、PMC 用 CPU 18 は、当該成形サイクルにおけるシーケンス制御をすべて終了し、以下、操作盤からの成形作業停止指令が入力されるまでの間、前記のシーケンス制御を繰り返し実行することとなる。

【0052】しかし、経過時間 T_c に対する平均駆動電流の値がスクリー回転用サーボモータ M 2 の連続定格電流値 A_{rat} よりも大きくステップ G 11 の判別結果が偽となった場合、即ち、実質的にオーバーヒート予測信号が出力された場合には、このまま次の成形サイクルを開始するとスクリー回転用サーボモータ M 2 にオーバーヒートを生じる恐れがある。この場合、PMC 用 CPU 18 は、 τ 、 Σ 、 A_{rat} の各値に基づいて数 6 の式に対応する演算処理を行うことによりオーバーヒートを未然に防止するために必要とされる所要サイクルタイム T_{add} の値を求める (ステップ G 12)。そして、サイクルタイム計測タイマ T_c の現在値、即ち、当該成形サイクルにおける型閉じ動作開始後の経過時間 T_c の値が T_{add} に達するまで待機することにより、所要サイクルタイム T_{add} に対する平均駆動電流の値を連続定格電流値 A_{rat} よりも引き下げて数 5 の式が満たされるようにし、スクリー回転用サーボモータ M 2 のオーバーヒートを防止して次の成形サイクルを開始するようにする (ステップ G 13、ステップ G 14)。

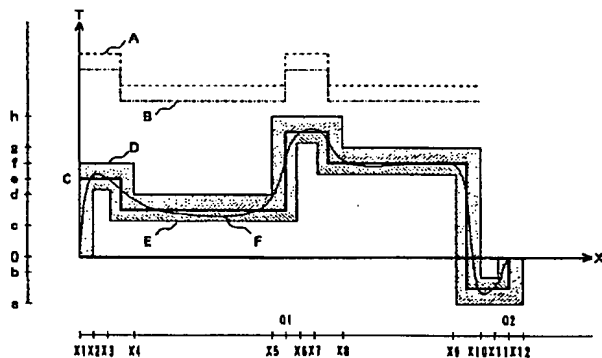
【0053】本実施例では、型閉じ動作開始から成形品の突き出し完了に至る経過時間 T_c を基準成形サイクル時間として平均駆動電流の値を求め、この時点における平均駆動電流の値が連続定格電流値 A_{rat} を越えると、成形サイクルの所要時間を更に $[T_{add} - T_c]$ だけ延長することによりスクリー回転用サーボモータ M 2 のオーバーヒートを未然に防止するようにしているが、待機時間の設定により金型の熱平衡等に支障が生じる恐れがある場合や成形サイクルの延長が望ましくないような場合には、前述のステップ G 12 ~ ステップ G 14 の処理を非実行とし、代わりにディスプレイ付手動データ入力装置 29 のディスプレイ画面にアラームメッセージ等

を表示するようにしてもよい。

【0054】

【発明の効果】本発明によれば、計量動作時におけるスクリー回転力が、正常な計量動作に必要なとされる基準スクリー回転力に対して設定された許容範囲を越えたときに自動的に異常検出信号が出力されるので、射出シリンダの加熱不足や成形材料への異物の混入および樹脂の供給不足等を看過することなく、確実に検出することができる。しかも、基準スクリー回転力に対して設定される許容範囲の上限は常にスクリー破断トルク以下の値に制限されるので、スクリーに作用する過大な回転力の発生が見逃されることはなく、モータの最大出力トルクがスクリーの実用強度を上回っているような場合、または、径の太いスクリーから径の細いスクリーに交換して計量動作を行わせるような場合であっても、スクリーの破断を未然に防止することができる。また、計量に使用される電力や電力量を知ることができるので、成形に必要なとされる電力コストの予想を容易に行うことができ、しかも、計量に使用される電力や電力量のみを他の電力や電力量と区別して検出することができるため、計量条件の最適化により合理的な成形作業を行うことができる。また、スクリー回転用モータの平均駆動電流が連続定格電流値を越えた場合には自動的にオーバーヒート予測信号が出力されるので、未然にオーバーヒートを防止することが可能になり、更に、オーバ

【図4】



ーヒートの予測に対応して自動的に成形サイクルタイムを延長することによりモータのオーバーヒートを防止し、そのまま成形作業を継続することもできるので、無人運転による成形作業を効率よく行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による可塑化の管理方法を適用した一実施例の射出成形機の要部を示すブロック図である。

【図2】同実施例の射出成形機の制御装置によるシーケンス処理の流れを全体的に示すフローチャートである。

【図3】同実施例の制御装置による計量異常検出処理の要部を示すフローチャートである。

【図4】基準スクリー回転力および計量異常検出のための許容範囲の設定方法について概念的に説明する図である。

【図5】同実施例の制御装置に設けられた許容値記憶ファイルの構成を示す概念図である。

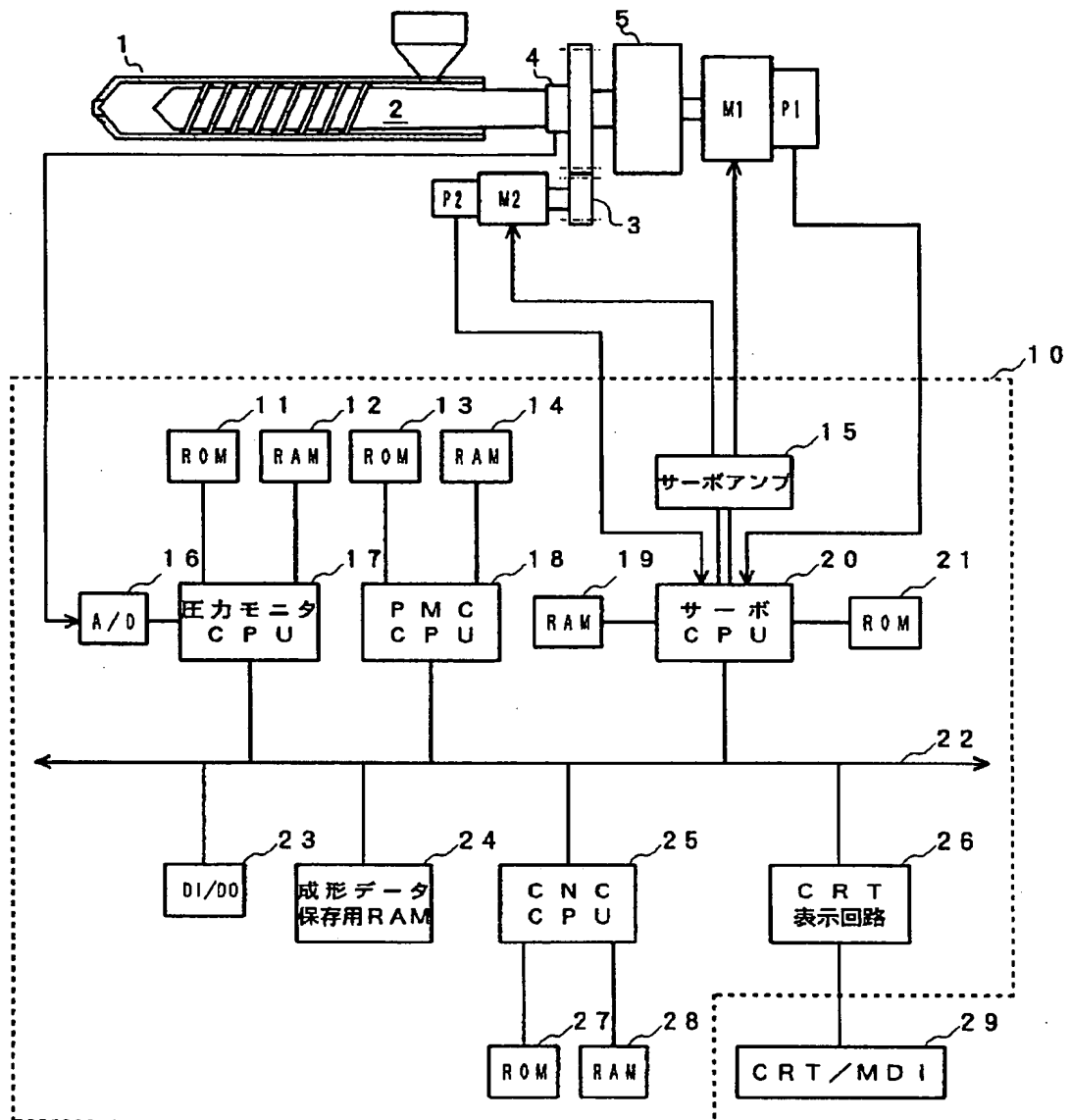
【符号の説明】

- 1 射出シリンダ
- 2 スクリュー
- 10 制御装置
- 18 PMC用CPU
- 22 バス
- 24 不揮発性メモリ
- 29 ディスプレイ付手動データ入力装置
- M2 スクリュー回転用サーボモータ

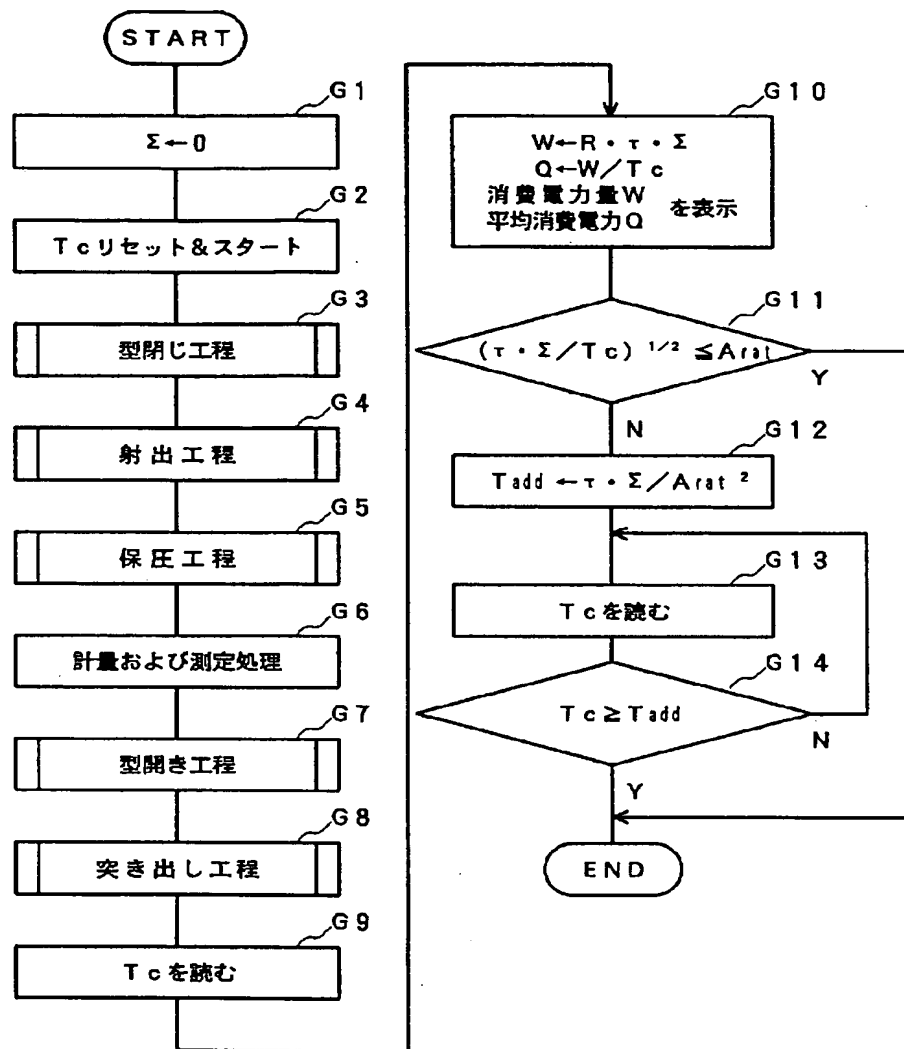
【図5】

アドレス (i)	スクリー位置 (Xi)	下限トルク (Li)	上限トルク (Ui)
1	X1	L1 (0)	U1 (f)
2	X2	L2 (d)	U2 (f)
3	X3	L3 (c)	U3 (f)
4	X4	L4 (c)	U4 (d)
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.

【図1】



【図2】



【図 3】

